

PCA-SIFT による特定物体認識

西澤 卓史 坂東 忠秋 中屋敷 かほる

関東学院大学

1 はじめに

特定物体認識とは、検出対象があらかじめ指定された物体を認識することである。特定物体認識には SIFT を用いた研究が盛んに行われている。本研究ではその中から PCA-SIFT による特定物体認識について実験を行い、画像認識に適した特徴量についての調査を行った。

2 SIFT と PCA-SIFT

2-1 SIFT

Scale-Invariant Feature Transform (SIFT) とは特徴点を検出し、特徴量の記述を行うアルゴリズムである[1]。求められる特徴量は回転、拡大・縮小に不変な特徴量であり、主にマッチングやパノラマ画像の作成などに用いられる。

2-2 PCA-SIFT

PCA-SIFT は特徴点を SIFT の処理で検出し、特徴量の記述に主成分分析 (PCA : Principal Component Analysis) を適用したものである。ノイズを加えた画像、回転・拡大・縮小された画像、視点の変化がある画像、輝度を低減させた画像に対して SIFT と PCA-SIFT の比較実験を行った結果は、PCA-SIFT が SIFT より優れたマッチングを行うことができる」と報告されている[2]。また、SIFT が用いる特徴量より低次元に圧縮することで、マッチング時に必要な計算量も軽減することが可能である。

3 PCA-SIFT による特定物体認識

特定物体認識は画像から PCA-SIFT により求められる特徴量を検出対象の特徴量と比較して行った。

3-1 PCA 処理

SIFT によって求めた特徴点の位置から、スケールの領域を 41×41 セルにリサンプリングする。リサンプリングした画像から 39×39 ピクセルにおいて水平・垂直方向の輝度勾配を算出し、 $3,042$ 次元の値を

求める。求めた値に PCA 処理を用いて次元圧縮を行い、圧縮された値を特徴量とする。圧縮する次元数は実験により 36 次元が最適であると報告されている。PCA に用いる射影行列は実験対象物体を含む画像から求めた特徴点を用いて生成した。また、対象物体の特徴量はあらかじめ既知である必要があるため、対象ごとにテンプレート画像を用意し、PCA-SIFT を用いて特徴量を求めた。

3-2 マッチング

用意したテンプレート画像の特徴量と検出元画像の特徴量を比べ、最も特徴が近い点と 2 番目に近い点の 2ヶ所を記憶しておく。最も特徴が近い点をマッチング候補点とする。マッチング候補点において特徴量の距離にしきい値を用意し、しきい値以下の候補点を削除する。残った候補点の中で最も近い点と 2 番目に近い点の差が倍以上あれば、その点をマッチングの対応点とする。

4 SIFT 評価実験

4-1 回転画像に対するマッチング

テンプレート画像(図1)を 90 度まで反時計回りに 5 度ずつ回転させた画像に対してマッチングを行った(表1, 図2)。結果、どの角度においてもテンプレート画像が持つ特徴点の 60%以上を対応点として検出することができた。対応点の検出数が最大となった角度は 90 度で対応点数は 266 点。対応点の誤検出した点の数が最大となった角度は 45 度で 7 点のときである。また、誤検出の平均は 3 点から 4 点となった。



図1. テンプレート画像(327×200)

表 1. 回転画像のマッチング結果

角度(度)	5	10	15	20	25	30
対応点	183	189	184	185	205	191
誤検出	3	5	6	4	4	2
角度(度)	35	40	45	50	55	60
対応点	192	193	191	193	188	179
誤検出	2	4	2	7	4	5
角度(度)	65	70	75	80	85	90
対応点	194	196	194	182	194	266
誤検出	3	3	3	6	3	1

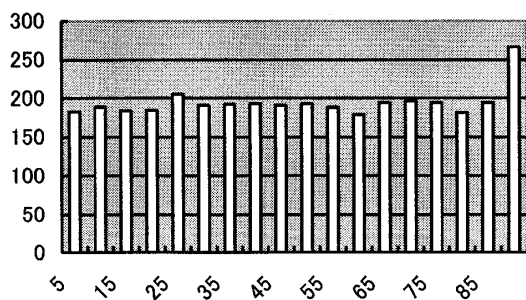


図 2. 回転画像の対応点数

4-2 拡大・縮小画像に対するマッチング

テンプレート画像を拡大・縮小した画像に対してマッチングを行い、対応点の数を調査した(表 2)。拡大された画像に対してはテンプレート画像の特徴点数に対して 60%以上の対応点を発見することができた。縮小画像に対しては縮小するほどに対応点数は減少し、誤検出率が上昇した。テンプレート画像を半分に縮小した画像からは対応点が 67 点しか見つけることができなかったが、これは縮小された画像が持つ特徴点の 93%にあたる。

表 2. 拡大・縮小画像のマッチング結果

幅(pixel)	400	350	300	250	150	100
対応点	190	182	197	193	148	67
誤検出	3	9	7	9	4	6

4-3 明度変化に対するマッチング

テンプレート画像に対して明度変化させた画像に対してマッチングを行った(表 3, 図 3)。今回使用した画像からは対応点数はいずれも特徴点の 50%以上の値となった。しかし、明度の変化量が多くな

るほど対応点の検出が困難となり誤検出が増加する傾向にある。

表 3. 明度変化画像のマッチング結果

明度	-25	-20	-15	-10	-5
対応点	181	211	214	239	251
誤検出	8	6	3	2	2
明度	5	10	15	20	25
対応点	260	244	219	213	199
誤検出	1	4	2	4	6

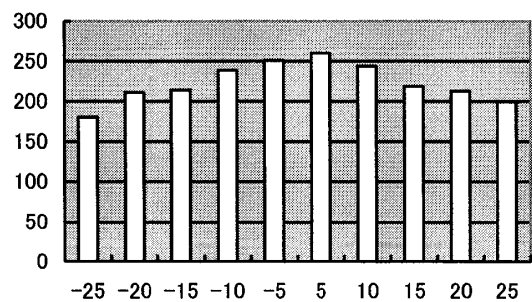


図 3. 明度変化画像の対応点数

5 まとめ

実験の結果、SIFT 特徴量は画像の回転、拡大・縮小、明度の変化において特徴点の 50%以上を対応点として検出することができる優秀な特徴量記述アルゴリズムであることが分かる。しかし、誤検出は同じ画像を用いた場合以外は検出する可能性がある。より正確な認識を行うには誤検出を判定、または、低減する必要がある。また、今回記載できなかった PCA-SIFT と SIFT の比較実験については発表にて報告する。

参考文献

- [1] D. G. Lowe : "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints", Springer Netherlands (2004)
- [2] Y. Ke, R. Sukthankar : "PCA-SIFT: A More Distinctive Representation for Local Image Descriptors", (2004)